

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Strommeßaufnehmer zur potentialgetrennten Messung hoher Gleichströme in Energieverteilungsanlagen mit Nennspannungen bis zu mehreren kV. Beispielsweise kann dieser Meßaufnehmer bei einem Überstromrelais für Gleichstromschnellschalter eingesetzt werden.

Bisher wurden zur Messung von Strömen Shunt-Trennverstärker, Meßvorrichtungen mit Ferritkernen und Hallsensoren sowie LEM-Wandler verwendet. Diese bekannten Vorrichtungen weisen jedoch erhebliche Nachteile auf.

Beispielsweise wird bei einer Strommessung mittels eines Shunt-Widerstands der zu messende Strom durch einen Meßwiderstand geleitet und der durch den Strom verursachte Spannungsabfall gemessen. Durch diese Form der Messung wird unnötig Energie verbraucht, die zur Erwärmung der Schalterumgebung beiträgt. Weiterhin ist diese Strommeßvorrichtung notwendigerweise in den zu messenden Stromkreis integriert, wodurch der zu messende Strom selbst beeinflusst wird, weshalb die Messung je nach Größe des Shunt-Widerstands mehr oder weniger verfälscht wird. Weiterhin ist auf diese Weise keine potentialgetrennte Messung bei hohen Spannungen möglich.

Bei LEM-Wandlern ist ein Ferritkern um einen Leiter angeordnet, dessen Stromfluß zu messen ist. Um diesen Ferritkern ist eine zweite Spule angeordnet, durch die ein Strom derart gesteuert wird, daß das resultierende Magnetfeld zu Null abgeglichen wird. Auf diese Weise ist zwar eine potentialgetrennte Messung möglich, jedoch sind die Kosten für diese Art der Messung hoch.

Mittels eines Hallsensors kann unter Ausnutzung des Halleffekts ein Magnetfeld relativ gut gemessen werden. Ein Hallsensor erzeugt eine Spannung, die proportional zu dem Magnetfeld ist, das auf den Hallsensor einwirkt. Dieser Halleffekt tritt in Abhängigkeit von dem verwendeten Material unterschiedlich stark auf, am vorteilhaftesten sind Hallsensoren aus einem Halbleiter. Durch den Hallsensor kann somit ein Magnetfeld gemessen werden, das durch einen durch einen Leiter fließenden Strom induziert wird. Auf diese Weise erfolgt die Messung des Stromes potentialgetrennt.

Da die durch den Hallsensor bei der Messung erzeugte Spannung jedoch gering ist und unter normalen Bedingungen das Magnetfeld externen Einflüssen ausgesetzt ist, ist eine Verstärkung des Magnetfeldes erforderlich, die in der Regel durch Ferritkerne erreicht wird. Bei dieser Vorrichtung tritt jedoch aufgrund des Sättigungsverhaltens der verwendeten Magnetkerne eine Nichtlinearität auf. Diese führt zu dem Nachteil, daß der Strom nur in einem bestimmten begrenzten Bereich genügend genau gemessen werden kann, aber der gemessene Strom außerhalb dieses Bereichs aufgrund des Sättigungsverhaltens stark von dem tatsächlichen Strom abweicht. Weiterhin sind die Kosten für diese Meßvorrichtung aufgrund des Ferritkerns relativ hoch.

Zusammengefaßt weisen die Vorrichtungen gemäß dem Stand der Technik die Nachteile auf, daß aufgrund des Sättigungsverhaltens eine Nichtlinearität auftritt, die Vorrichtungen nur eine bedingte Spannungsfestigkeit aufweisen, die Vorrichtungen relativ hohe Kosten verursachen und außerdem einen hohen Eigenverbrauch aufweisen.

Daher liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen preiswerten Strommeßaufnehmer zu schaffen, der den Stromwert potentialgetrennt erfaßt, eine genügende Genauigkeit besitzt und eine weitgehende Störsicherheit aufweist.

Diese Aufgabe wird durch einen Strommeßaufnehmer gelöst, wie er in dem beiliegenden Patentanspruch 1 dargelegt ist. Das heißt, daß der erfindungsgemäße Strommeßaufnehmer

zum mindesten zwei an einem Leiter angeordnete Hallsensoren aufweist. Die Hallsensoren sind derart angeordnet, daß sie ein durch einen durch den Leiter fließenden Strom erzeugtes Magnetfeld betragsmäßig gleich sowie ein Störfeld betragsmäßig gleich erfassen und entweder das Magnetfeld oder das Störfeld mit jeweils unterschiedlichem Vorzeichen erfassen.

Weitere Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen dargelegt.

Dementsprechend wird entweder durch eine Addition oder eine Subtraktion der Strommeßwert verstärkt, ein Störfeld aufgrund äußerer Störeinflüsse jedoch eliminiert.

Durch den erfindungsgemäßen Strommeßaufnehmer wird in vorteilhafter Weise erreicht, daß die Stromwerterfassung kostengünstig durchgeführt werden kann, da keine zusätzlichen Ferritkerne erforderlich sind. Dabei kann eine weitgehende Störungsempfindlichkeit sowie eine hohe Isolationsspannung erreicht werden.

Erfindungsgemäß kann auf diese Weise ein Strommeßaufnehmer für einen einfachen elektronischen Auslöser im Gleichstrombereich erhalten werden, der den Stromwert potentialgetrennt für Gleichspannungen bis zu 4 kV erfaßt.

Die Erfindung ist nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Überstromrelais mit einem an einer Leitung angebrachten Strommeßaufnehmer gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel.

Fig. 2 eine vergrößerte Teilansicht der Darstellung gemäß Fig. 1, die den Strommeßaufnehmer näher zeigt,

Fig. 3 einen Strommeßaufnehmer gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel,

Fig. 4 ein Blockschaltbild einer Auswerterschaltung für einen Strommeßaufnehmer gemäß dem ersten oder zweiten Ausführungsbeispiel, und

Fig. 5 ein Blockschaltbild einer Auswerterschaltung für einen Strommeßaufnehmer mit vier Hallsensoren gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Überstromrelais gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel. Das Überstromrelais weist einen Basisschalter BS und ein Lichtbogenlöschsystem LS auf, deren genaue Funktion jedoch für dieses Ausführungsbeispiel nicht wichtig sind, weshalb deren genauere Beschreibung entfällt.

An einer Leitung 2 ist ein Strommeßaufnehmer SMA angebracht. Dieser Strommeßaufnehmer SMA basiert auf dem Prinzip der Oberflächenfeldmessung bzw. dem Halleffekt.

Der Strommeßaufnehmer SMA gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist in Fig. 2 näher dargestellt. Dabei sind an einem Teil eines Leiters 2 zwei Hallsensoren 1a und 1b einander gegenüberliegend angeordnet.

Es werden zwei Hallsensoren 1a und 1b verwendet, da das Magnetfeld relativ schwach ist und durch Störeinflüsse aus der Umgebung, d. h. ein Störfeld gestört wird. Zur Eliminierung dieser äußeren Störeinflüsse sind die beiden Hallsensoren 1a und 1b derart angeordnet, daß beide Hallsensoren den Betrag des durch den Stromfluß erzeugten Magnetfeldes gleich messen, jedoch jeweils das Magnetfeld mit zu einander entgegengesetzten Vorzeichen messen. Wenn der Betrag des von dem durch den Leiter 2 fließenden Stroms erzeugten Magnetfelds B ist, mißt der Hallsensor 1a beispielsweise ein Magnetfeld +B, wohingegen der Hallsensor 1b ein Magnetfeld -B mißt.

Die Ausgangssignale aus den beiden Hallsensoren 1a und 1b werden subtrahiert. Dadurch wird das Störfeld aus den Ausgangssignalen eliminiert und der Meßwert des Magnetfeldes verstärkt. Daher ist es nicht nötig, das Magnetfeld selbst mit Hilfe von beispielsweise Ferritkernen wie gemäß

dem Stand der Technik zu verstärken, da durch die Subtraktion der Signale das Störfeld weitestgehend eliminiert wird und ein starkes Meßsignal des zu messenden Magnetfeldes erzeugt wird.

Der Meßwert des Hallsensors 1a sei mit MW1a und der Meßwert des Hallsensors 1b sei mit MW1b bezeichnet. Wenn die beiden Hallsensoren nahe genug aneinander angeordnet sind, kann das Störfeld als an beiden Hallsensoren gleich angenommen werden. Somit ergeben sich für die Meßwerte:

$$MW1a = +B + S$$

$$MW1b = -B + S$$

Mit S wird hier das Störfeld bezeichnet. Die Subtraktion der beiden Meßwerte führt somit zu dem Gesamtmeßwert MW:

$$MW = MW1a - MW1b = +B - (-B) + S - S = 2B$$

Somit wird das Störfeld ausgelöscht und der Nutzmeßwert, also das gemessene Magnetfeld, verdoppelt.

Alternativ dazu können die beiden Hallsensoren auch derart angeordnet werden, daß diese jeweils das gesamte gemessene Magnetfeld mit unterschiedlichen Vorzeichen messen, d. h. also das Nutzfeld B mit gleichem Vorzeichen und das Störfeld S mit unterschiedlichen Vorzeichen. In diesem Fall wird das Störfeld durch Addition ausgelöscht:

$$MW1a = B + S$$

$$MW1b = B - S$$

$$MW = MW1a + MW1b = 2B$$

Wie vorstehend beschrieben ist bei der Anordnung der Hallsensoren zu beachten, daß die Sonden einen möglichst kurzen Abstand zueinander aufweisen, damit das Störfeld an den Positionen der Hallsensoren 1 möglichst gleich ist. Weiterhin ist es wichtig, daß die Feldstärke durch Stromverdrängungseinflüsse nicht beeinflusst wird. Dabei ist die Anordnung der Hallsensoren an Rundleitern vorteilhaft. Gemäß Fig. 2 ist beispielsweise der Leiter 2 bei den Hallsensoren als Rundleiter ausgeführt.

Damit die beiden Hallsensoren das durch den im Leiter 2 fließenden Strom erzeugte Magnetfeld betragsmäßig gleich messen, sollten beide Hallsensoren im gleichen Abstand von dem Leiter 2 angeordnet sein.

Außerdem können die Hallsensoren 1 derart angeordnet werden, daß der Leiter 2 zwischen beiden Hallsensoren 1 verläuft, wie es in Fig. 2 dargestellt ist. Diese Anordnung ist eine Möglichkeit, die Hallsensoren derart anzuordnen, daß sie das Magnetfeld betragsmäßig gleich, aber mit entgegengesetzten Vorzeichen erfassen. Selbstverständlich sind jedoch auch andere Anordnungen denkbar, beispielsweise eine Anordnung, bei der beide Hallsensoren 1 direkt nebeneinander auf einer Seite des Leiters 2 angeordnet sind.

Gemäß Fig. 1 ist der aus den Hallsensoren 1 bestehende Strommeßaufnehmer in eine vorgegebene Leiterkonfiguration, wie beispielsweise gemäß Fig. 1 bei einem Überstromrelais mit dem Leiter 2 und dem Rückleiter 4 eingebaut. Daher können die Hallsensoren 1a und 1b derart angeordnet und kalibriert werden, daß der Einfluß des Rückleiters 4 berücksichtigt wird, wodurch zumindest bekannte Störeinflüsse aufgrund der Leiterkonfiguration verringert werden. Der Strommeßaufnehmer gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel kann somit vorzugsweise bei einer bekannten und starren Leiterkonfiguration verwendet werden.

Nachstehend ist ein Strommeßaufnehmer gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel beschrieben, der auch bei einer unbekannten Leiterkonfiguration verwendet werden kann.

Dieser Strommeßaufnehmer ist in Fig. 3 dargestellt. Gemäß Fig. 3 sind die beiden Hallsensoren von einer rohrförmigen Abschirmung 3 umgeben. Durch diese Maßnahme werden die äußeren Störeinflüsse abgeschirmt, weshalb eine genauere Messung möglich ist.

Gemäß den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen werden zwei Hallsensoren, d. h. ein Hallsensorpaar verwendet. Es kann jedoch eine beliebige Anzahl von Hallsensorpaaren verwendet werden, solange diese derart verschaltet sind, daß das Störfeld eliminiert wird und die Meßwertsignale addiert werden.

Durch eine Erhöhung der Anzahl der Hallsensoren kann der Abstand des resultierenden Meßwerts MW zu dem Störfeld vergrößert werden, da in jedem Hallsensorpaar das Störfeld eliminiert wird, während das gemessene Signal verdoppelt wird. Das heißt, daß bei n Hallsensorpaaren ein 2n-faches Magnetfeld gemessen wird.

Nachstehend ist eine Auswerterschaltung für einen Strommeßaufnehmer gemäß dem ersten oder zweiten Ausführungsbeispiel mit zwei Hallsensoren unter Bezug auf Fig. 4 beschrieben.

An einem rohrförmigen Leiter L sind einander gegenüberliegend zwei Hallsensoren 11 und 21 angeordnet. Diese Hallsensoren sind derart zueinander entgegengesetzt angeordnet, daß das Störfeld durch Subtraktion der Ausgangssignale aus den beiden Hallsensoren beseitigt wird.

Das Ausgangssignal aus dem Hallsensor 11 wird zunächst zu einem Temperaturkompensationssensor 12 geleitet. Durch diesen Temperaturkompensationssensor 12 wird der Temperatureinfluß auf die Messung beseitigt. Das kompenzierte Signal wird durch einen Verstärker 13 verstärkt, wobei das verstärkte Signal einer Offset-Abgleichseinrichtung 14 zugeführt wird, in der ein Versatz (Offset) des Signals abgeglichen wird.

In gleicher Weise wird das Ausgangssignal aus dem Hallsensor 21 einem Temperaturkompensationssensor 22, einem Verstärker 23 und einer Offset-Abgleichseinrichtung 24 zugeführt. Durch die Offset-Abgleichseinrichtungen 14 und 24 werden die Signale zueinander abgeglichen, so daß sie einem Subtrahierer 5 zugeführt werden können.

Der Subtrahierer 5 subtrahiert die beiden Meßsignale voneinander und gibt ein resultierendes Signal aus, in dem wie vorstehend beschrieben das Störfeld beseitigt ist. Das Ausgangssignal aus dem Subtrahierer 5 wird durch einen Verstärker 6 verstärkt und an entsprechende weitere Verarbeitungseinheiten ausgegeben. Als Beispiel sind hier ein Überstromauslöser 8 und eine Signalwandlerschnittstelle 7 dargestellt. Der Überstromauslöser kann ein Auslöser wie im ersten Ausführungsbeispiel beschrieben sein. Die Signalwandlerschnittstelle 7 gibt beispielsweise einen Strom aus, der proportional zu dem Meßsignal ist und beispielsweise zwischen 4 und 20 mA variiert. Darüber hinaus können weitere Schnittstellen angeschlossen werden, wie gestrichelt durch das Bezugszeichen 9 angedeutet ist.

Wie vorstehend bereits beschrieben, ist die Anzahl der Hallsensoren eines Strommeßaufnehmers nicht auf zwei beschränkt, sondern es ist eine beliebige Anzahl von Hallsensorpaaren möglich.

Nachstehend ist unter Bezug auf Fig. 5 eine Auswerterschaltung für einen Strommeßaufnehmer mit vier Hallsensoren gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel beschrieben.

In der Darstellung entsprechen gleiche Bezugszahlen gleichen Komponenten wie in Fig. 4. Das heißt, daß die bei-

den in der oberen Hälfte der Darstellung gezeigten Zweige mit den Temperaturkompensationssensoren 12 und 22, den Verstärkern 13 und 23 und den Offset-Abgleichseinrichtungen 14 und 24 der Anordnung gemäß Fig. 4 entspricht. Die Ausgangssignale dieser beiden Zweige werden durch einen Subtrahierer 51 voneinander subtrahiert, wodurch das Störfeld ausgelöscht wird. Das Ausgangssignal aus dem Subtrahierer 51 wird durch einen Verstärker 61 verstärkt, bevor es einem Addierer 15 zugeführt wird.

Zusätzlich zu dieser Anordnung sind zwei weitere Hallensoren 31 und 41 an dem Leiter angeordnet, die beispielsweise gegenüber der Anordnung der Hallensoren 11 und 21 räumlich um 90° verschoben sind. Ähnlich wie vorstehend beschrieben wird das Ausgangssignal aus dem Hallsensor 31 einem Temperaturkompensationssensor 32 zugeführt, das temperaturkompensierte Signal durch einen Verstärker 33 verstärkt und durch die Offset-Abgleichseinrichtung 34 ein Offset- bzw. Versatzabgleich durchgeführt. Das Ausgangssignal aus dem Hallsensor 41 wird einem Temperaturkompensationssensor 42 zugeführt, das temperaturkompensierte Signal durch einen Verstärker 43 verstärkt und durch die Offset-Abgleichseinrichtung 44 ein Offset- bzw. Versatzabgleich durchgeführt. Die Ausgangssignale der Offset-Abgleichseinrichtung 34 und 44 werden dann durch einen Subtrahierer 52 voneinander subtrahiert, wobei das Ausgangssignal aus dem Subtrahierer 52 durch einen Verstärker 62 verstärkt wird, bevor es dem Addierer 15 zugeführt wird.

Der Addierer 15 addiert die resultierenden Meßsignale aus den beiden Hallensorpaaren 11 und 21 sowie 31 und 41. Das Summensignal wird durch einen Verstärker 16 verstärkt und dann wie bei der Auswertschaltung gemäß Fig. 4 den weiteren Einheiten 7, 8 und 9 zugeführt.

Gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel sind zwei Hallensorpaare verwendet worden. Wie vorstehend bereits beschrieben, kann auch eine höhere Anzahl von Hallensorpaaren verwendet werden. Die Auswertschaltung für eine derartige Anordnung kann ähnlich wie gemäß Fig. 5 aufgebaut werden, wobei dann dem Addierer 15 mehrere Signale zugeführt werden.

Bei einer Abänderung der Auswertschaltungen gemäß Fig. 4 und 5 kann für die Hallensoren eine Anordnung gewählt werden, bei der das Störfeld wie bei der Beschreibung des ersten Ausführungsbeispiels erwähnt durch eine Addition der Ausgangssignale beseitigt wird. Das heißt, daß in diesem Fall die Hallensoren derart angeordnet werden müssen, daß sie das durch den Leiter erzeugte Magnetfeld mit jeweils gleichem Vorzeichen, das Störfeld jedoch mit unterschiedlichen Vorzeichen erfassen. In der Auswertschaltung muß dann der Subtrahierer 5 gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel durch einen Addierer ersetzt werden. Bei der Variante der Auswertschaltung mit zwei Hallensorpaaren müssen die Subtrahierer 51 und 52 gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel jeweils durch Addierer ersetzt werden.

Vorstehend wurde ein Strommeßaufnehmer angegeben, der auf dem Prinzip der Oberflächenfeldmessung beruht. Der Strommeßaufnehmer weist zumindest zwei an einem Leiter 2 angeordneten Hallensoren 1a und 1b auf. Die Hallensoren sind derart angeordnet, daß sie ein durch einen durch den Leiter fließenden Strom erzeugtes Magnetfeld betragsmäßig gleich sowie ein Störfeld betragsmäßig gleich erfassen und entweder das Magnetfeld oder das Störfeld mit jeweils unterschiedlichem Vorzeichen erfassen. Dementsprechend wird entweder durch eine Addition oder eine Subtraktion der Strommeßwert verstärkt, äußere Störflüsse durch ein Störfeld jedoch eliminiert.

1. Strommeßaufnehmer mit zumindest zwei an einem Leiter (2) angeordneten Hallensoren (1a, 1b),
2. Strommeßaufnehmer nach Anspruch 1, wobei die Hallensoren (1a, 1b) derart angeordnet sind, daß sie ein durch einen durch den Leiter (2) fließenden Strom erzeugtes Magnetfeld betragsmäßig gleich sowie ein Störfeld betragsmäßig gleich erfassen und entweder das Magnetfeld oder das Störfeld mit jeweils unterschiedlichem Vorzeichen erfassen.
2. Strommeßaufnehmer nach Anspruch 1, wobei die Hallensoren (1a, 1b) derart angeordnet sind, daß das durch den durch den Leiter (2) fließenden Strom erzeugte Magnetfeld von beiden Hallensoren mit jeweils unterschiedlichem Vorzeichen erfaßt wird, und die Ausgangssignale der Hallensoren (1a, 1b) voneinander subtrahiert werden.
3. Strommeßaufnehmer nach Anspruch 1, wobei die Hallensoren (1a, 1b) derart angeordnet sind, daß das durch den durch den Leiter (2) fließenden Strom erzeugte Magnetfeld von beiden Hallensoren mit gleichen Vorzeichen erfaßt wird, und die Ausgangssignale der Hallensoren (1a, 1b) addiert werden.
4. Strommeßaufnehmer nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei zwei Hallensoren (1a, 1b) derart angeordnet sind, daß der Leiter (2) zwischen den beiden Hallensoren verläuft.
5. Strommeßaufnehmer nach einem der vorangehenden Ansprüche mit einer Abschirmung (3), die um die Hallensoren (1a, 1b) und den Leiter (2) angebracht ist.
6. Strommeßaufnehmer nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei es sich bei dem Leiter (2) um einen Rundleiter handelt.
7. Strommeßaufnehmer nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Hallensoren (1a, 1b) einen möglichst geringen Abstand zueinander aufweisen.
8. Strommeßaufnehmer nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Hallensoren (1a, 1b) jeweils denselben Abstand zu dem Leiter (2) aufweisen.
9. Strommeßaufnehmer nach Anspruch 2, wobei eine Vielzahl von Hallensorpaaren (11 und 21, 31 und 41) vorgesehen sind, wobei bei jedem Paar die Ausgangssignale durch einen Subtrahierer (5, 51, 52) voneinander subtrahiert werden und die resultierenden Ausgangssignale aus den Hallensorpaaren durch einen Addierer (15) addiert werden.
10. Strommeßaufnehmer nach Anspruch 3, wobei eine Vielzahl von Hallensorpaaren (11 und 21, 31 und 41) vorgesehen sind, wobei bei jedem Paar die Ausgangssignale durch einen Addierer addiert werden und die resultierenden Ausgangssignale aus den Hallensorpaaren durch einen Addierer (15) addiert werden.
11. Strommeßaufnehmer nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Ausgangssignal eines Hallensors (11, 21, 31, 41) einem Temperaturkompensationssensor (12, 22, 32, 42) zugeführt wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

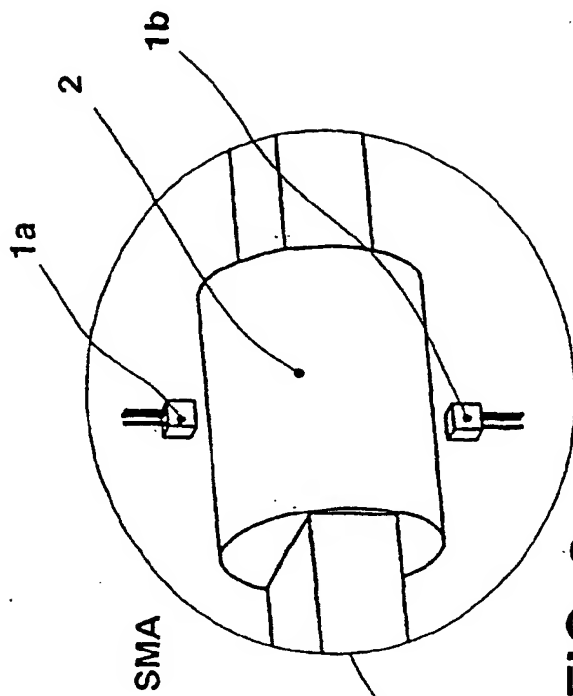


FIG. 2

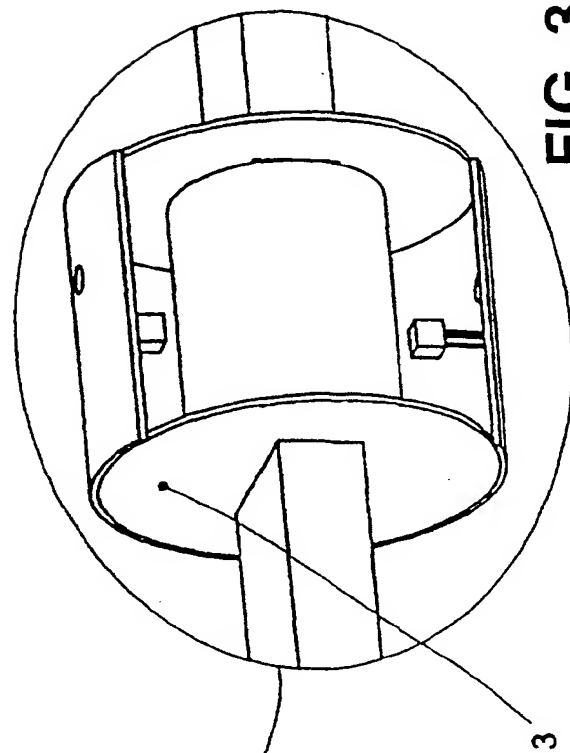


FIG. 3

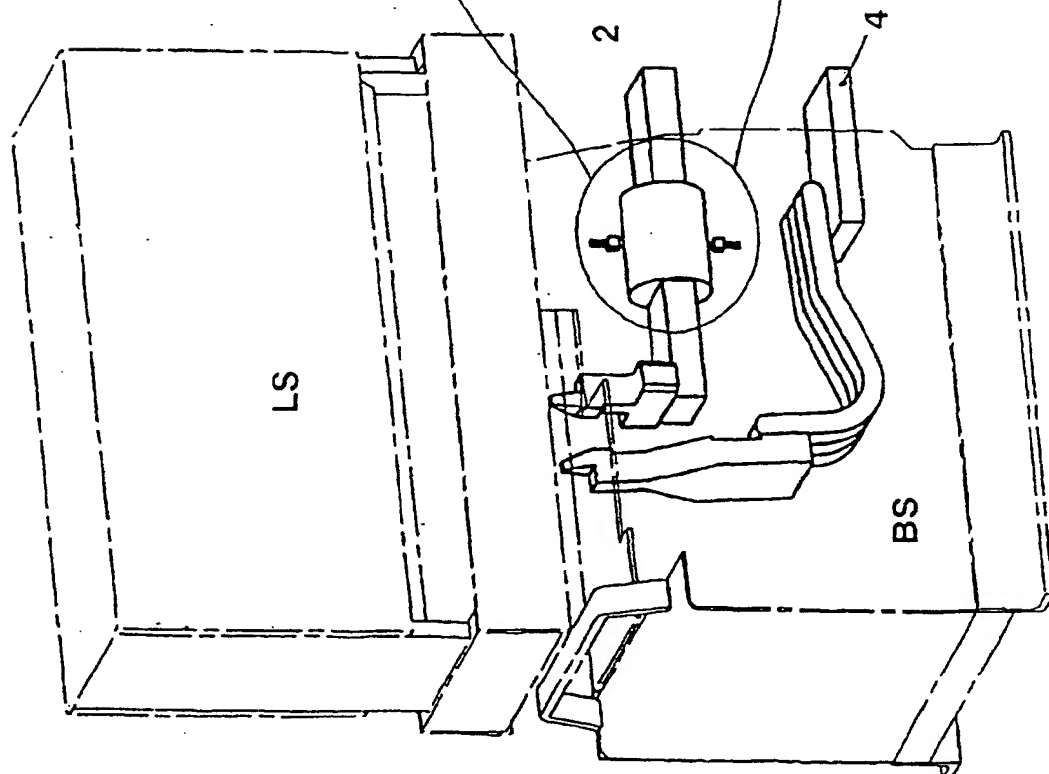


FIG. 1

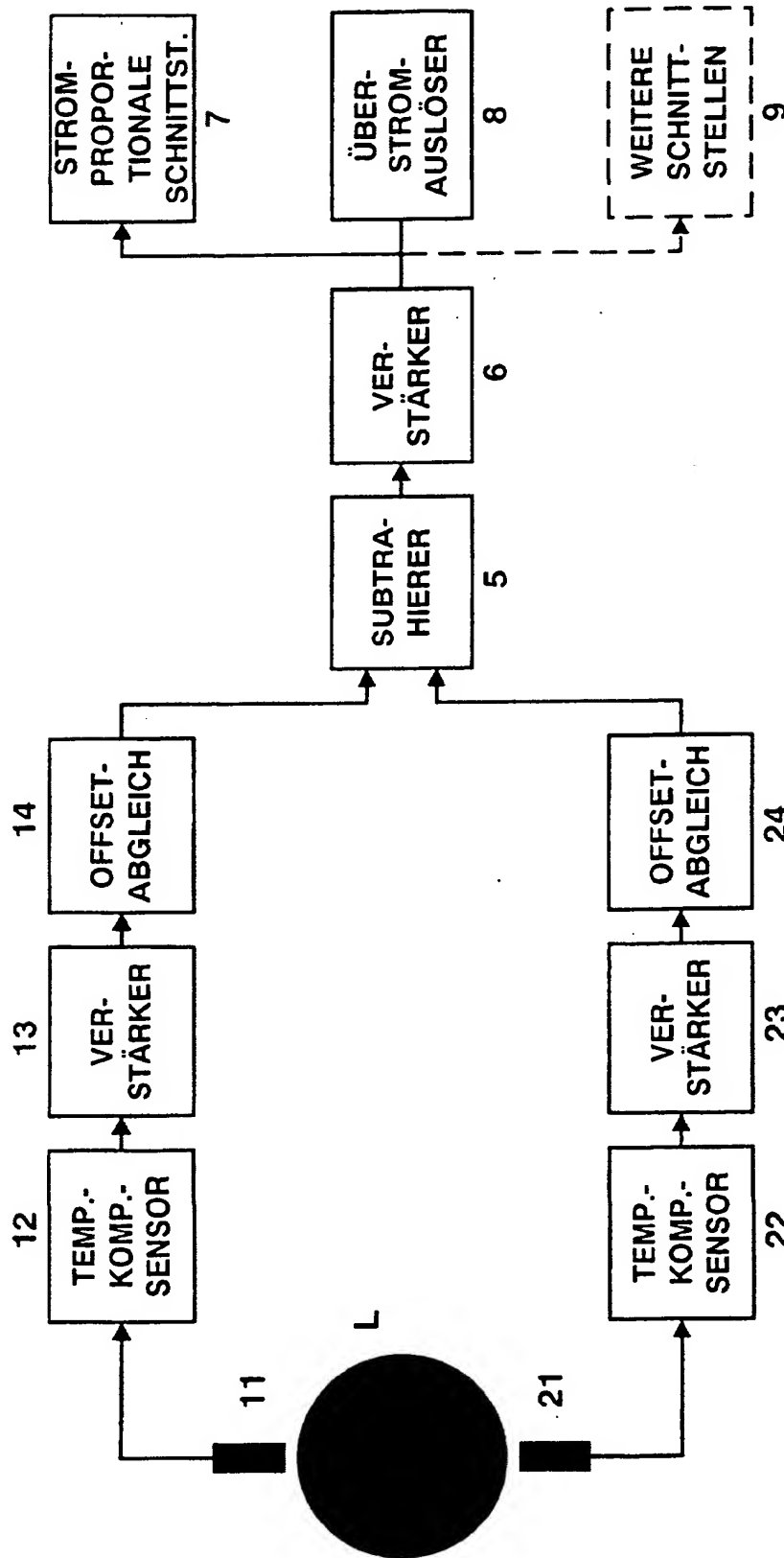


FIG. 4

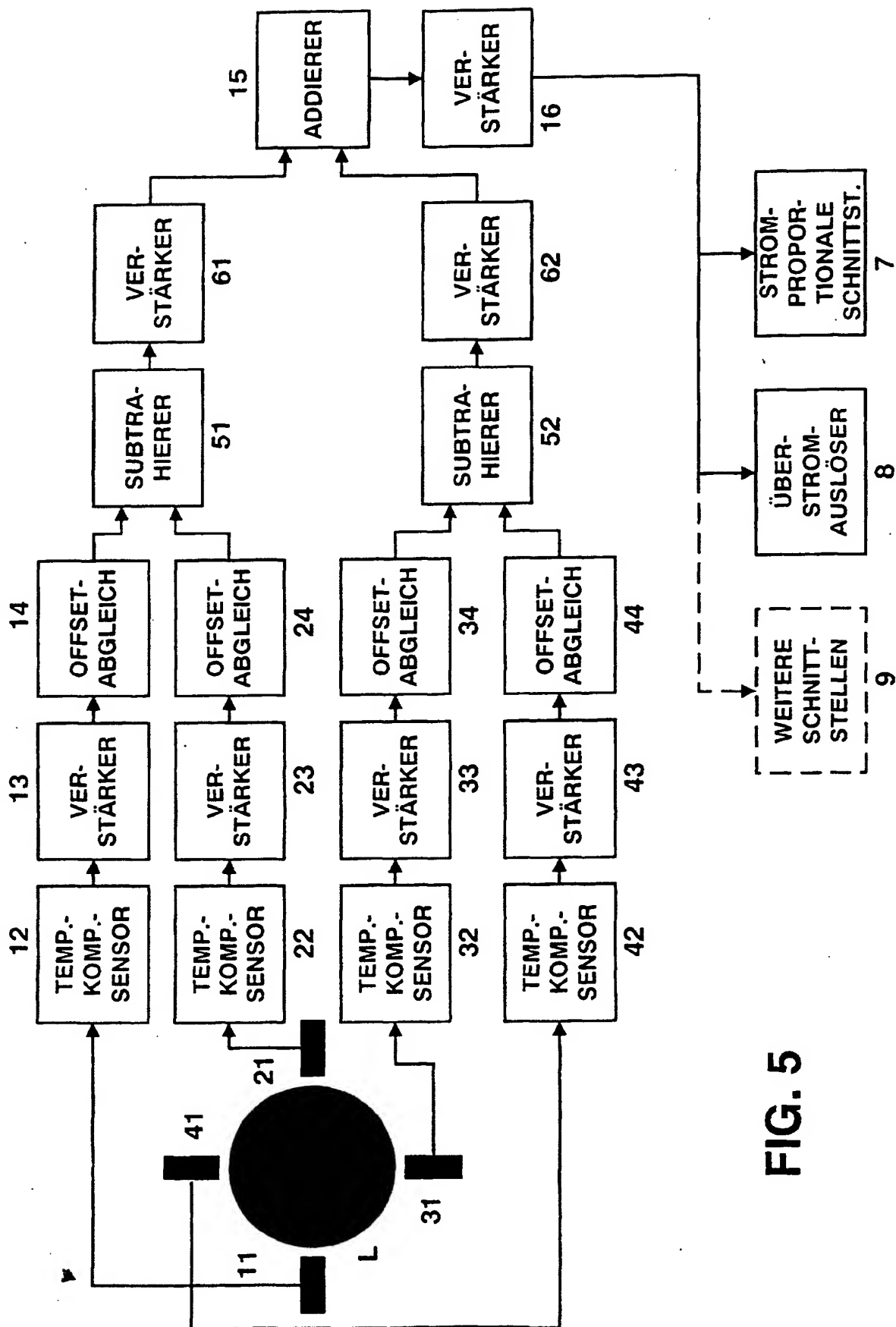


FIG. 5